

- Norma Internacional: IEC 947
- Norma Europea: EN 60947
- Norma Española: UNE-EN 60947

IEC 947-1 Parte 1: Reglas generales

IEC 947-1 Parte 2: Interruptores automáticos

IEC 947-1 Parte 3: Interruptores, INt. Secc., Int. Fusible

IEC 947-1 Parte 4: Contactores y Arrancadores motor

IEC 947-1 Parte 5: Aparatos de conmut. para circ. mando

IEC 947-1 Parte 6: Aparatos de función múltiple

IEC 947-1 Parte 7: Materiales auxiliares

Dispositivos de protección de receptores y equipos

La función de estos dispositivos es proteger a personas y equipos cuando se presentan las siguientes anomalías:

- Cortocircuitos (**fusibles, disyuntores**)
- Sobreintensidades (**relé térmico, relé electromagnético**).
- Sobretemperaturas (**relé por termistor**).
- Sobretensiones (**relé de máxima tensión**).
- Bajas tensiones (**relé de mínima tensión**).
- Descargas eléctricas a las personas (**relé diferencial**)

Cortocircuitos

Un cortocircuito es el contacto directo de dos puntos con potenciales eléctricos distintos

- en corriente alterna: contacto entre fases, entre fase y neutro o entre fases y masa conductora.
- en corriente continua: contacto entre los dos polos o entre la masa y el polo aislado.

Es preciso que los dispositivos de protección detecten el fallo e interrumpan el circuito rápidamente, a ser posible antes de que la corriente alcance su valor máximo.

Efectos térmicos

Si se toma un conductor con una resistencia de $1 \text{ m}\Omega$ por el que circula una corriente eficaz de 50 kA durante 10 ms , la energía disipada de 25.000 julios equivale a una potencia de 2.500 kW .

En un contactor tripolar cuyos contactos se abren por repulsión generando arcos eléctricos, se puede estimar que la energía disipada es varias veces superior.

Los efectos térmicos de un cortocircuito provocan en los componentes los siguientes efectos:

- fusión de los contactos, de los bobinados de las biláminas y de las conexiones,
- calcinación de los materiales aislantes.

Dispositivos de protección

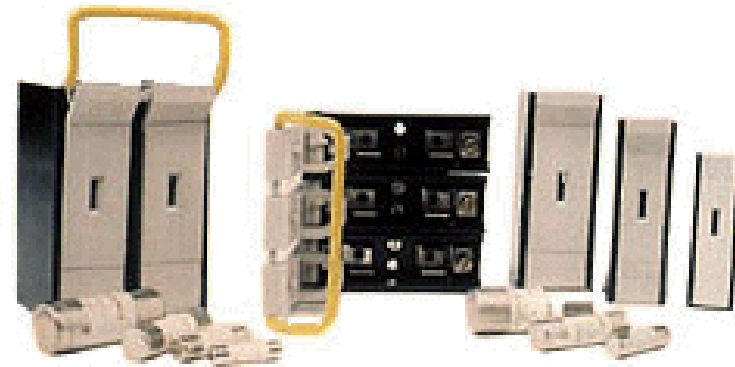
fusibles que interrumpen el circuito al fundirse, por lo que deben ser sustituidos.

disyuntores que interrumpen el circuito abriendo los polos y que con un simple rearme se pueden volver a poner en servicio.

Los fusibles proporcionan una protección fase a fase, con un poder de corte muy elevado y un volumen reducido frente a sobrecargas y corrientes de cortocircuito

Se pueden montar de dos maneras:

- en unos soportes específicos llamados portafusibles
- en los seccionadores, en lugar de los casquillos o las barretas.



Tipos de fusible por su forma

- De cuchilla



- Cilíndricos

- Cartucho



Clasificación

Primera letra:

g : actúan en todo el campo de corrientes

a : actúan sólo en una parte del campo de corrientes

Segunda letra:

G : uso general

M : protección de motores



Fusibles clase g (general purpose fuses)

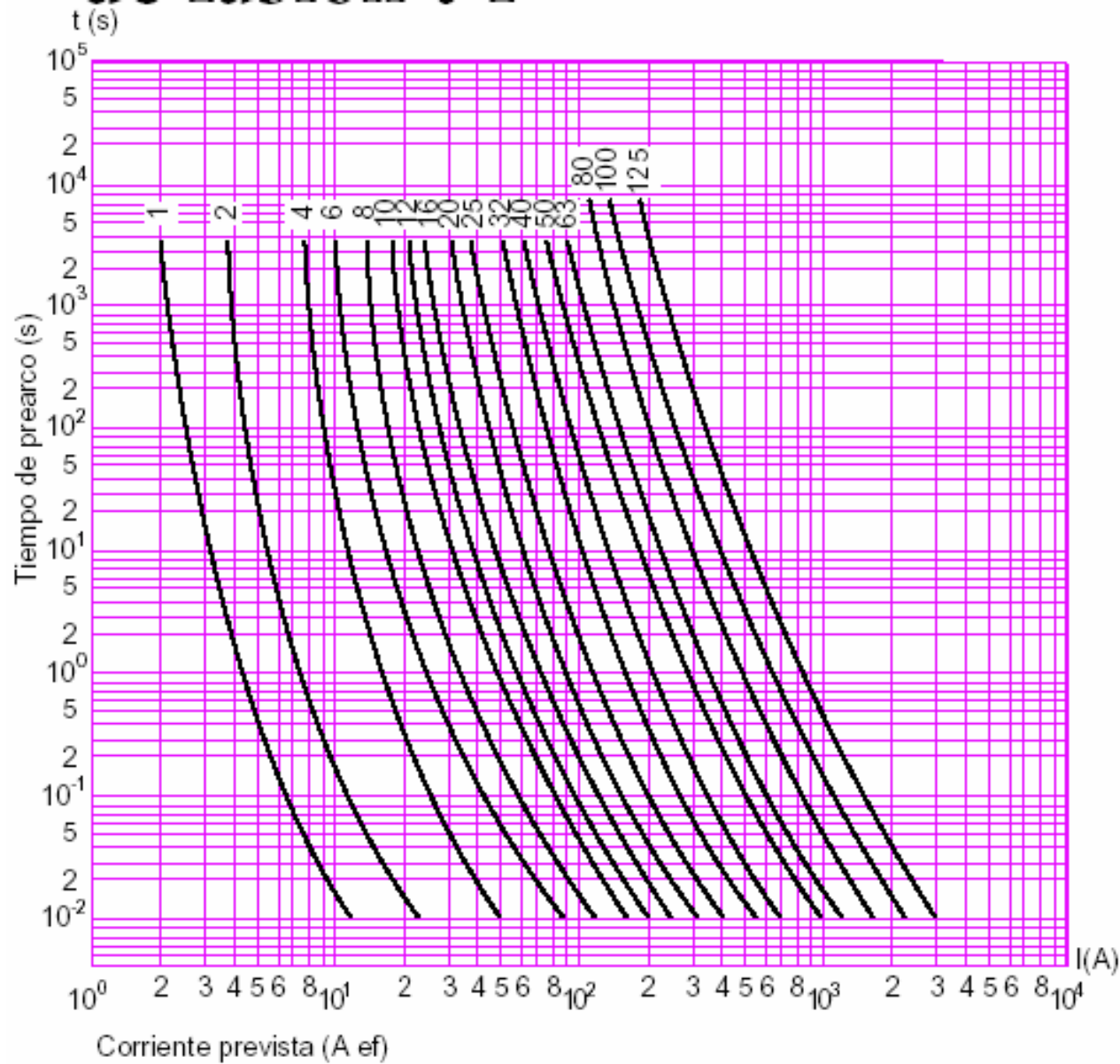
Caracteriza los fusibles de uso general, los cuales **pueden estar cargados en forma permanente con su corriente asignada e interrumpir corrientes desde su menor corriente de fusión hasta la capacidad de ruptura asignada.**

A ésta clase de funcionamiento pertenecen los fusibles **gL / gG** para la protección de cables y conductores

Protegen a la vez contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas a los circuitos con picos de corriente poco elevados (ejemplo: circuitos resistivos).

Sobrecargas fuertes y débiles y corrientes de cortocircuito

Características de fusión t / I



Fusibles clase a (accompanied fuses)

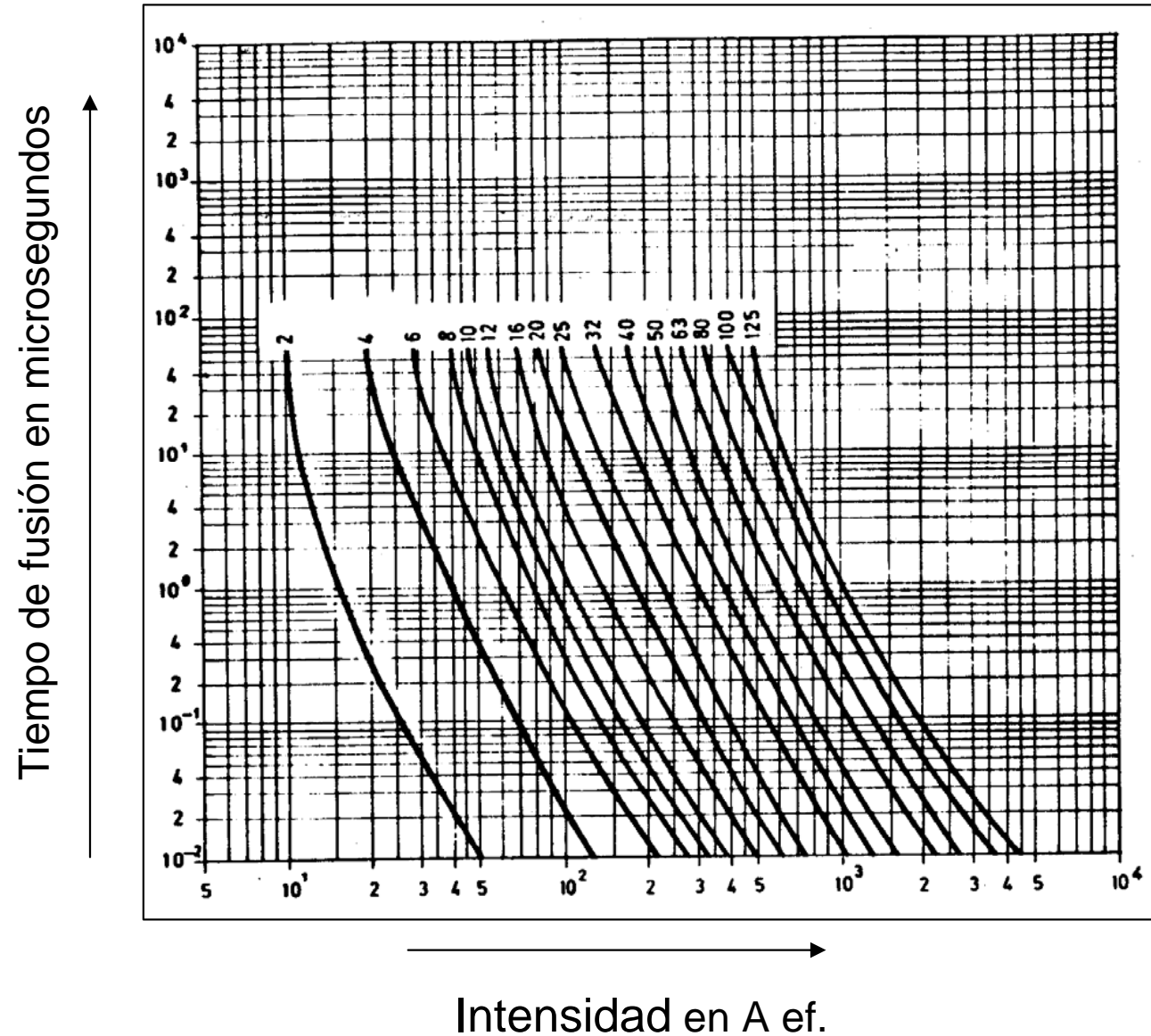
La clase de funcionamiento **a** caracteriza a los fusibles de uso parcial, por los cuales puede circular de forma permanente, como mínimo, su corriente asignada e interrumpir corrientes superiores a un determinado múltiplo de su corriente asignada, hasta su capacidad de ruptura.

Los fusibles de la clase de servicio **aM** pertenecen a esta clase de funcionamiento, cuya corriente de interrupción comienza a partir de cuatro veces la corriente asignada,

Por lo tanto, sólo protegen contra cortocircuitos a los circuitos sometidos a picos de corriente elevados (picos magnetizantes en la puesta bajo tensión de los primarios de transformadores o electroimanes, picos de arranque de motores asíncronos, etc.). Las características de fusión de los fusibles aM “dejan pasar” las sobreintensidades, pero no ofrecen ninguna protección contra las sobrecargas. En caso de que también sea necesario este tipo de protección, debe emplearse otro dispositivo (por ejemplo, un relé térmico).

Sobrecargas fuertes y corrientes de cortocircuito

Curvas aM



Dispositivo de protección contra funcionamiento monofásico (dpfm)

Se puede instalar en un portafusibles multipolar o en un seccionador portafusibles.

Se trata de un dispositivo mecánico que se acciona mediante el percutor liberado cuando se funde un fusible.

Controla la apertura de un contacto conectado en serie con la bobina del contactor. De este modo, queda garantizada la caída del contactor, es decir, la desconexión del receptor, incluso si sólo se funde un fusible.

También está disponible un contacto de cierre suplementario para señalar el fallo a distancia.

Requiere fusibles con percutor (o indicadores de fusión).

Protegen los circuitos contra :

- los **cortocircuitos**, dentro de los límites de su poder de corte a través de disparadores magnéticos (un disparador por fase).
- los **contactos indirectos**, siguiendo las normas sobre regímenes de neutro, para los esquemas TN o IT. Los esquemas TT pueden necesitar una protección diferencial residual.

Dependiendo del tipo de circuito que se desea proteger (distribución, motor, etc.), el **umbral de disparo magnético se situará entre 3 y 15 veces la corriente térmica I_{th}** . Dependiendo del tipo de disyuntor, dicho umbral de disparo puede ser fijo o ajustable por el usuario.

Todos los disyuntores pueden realizar **cortes omnipolares** la puesta en funcionamiento de un solo disparador magnético basta para abrir simultáneamente todos los polos.

Cuando la corriente de cortocircuito no es muy elevada, los disyuntores funcionan a mayor velocidad que los fusibles.

Poder de corte

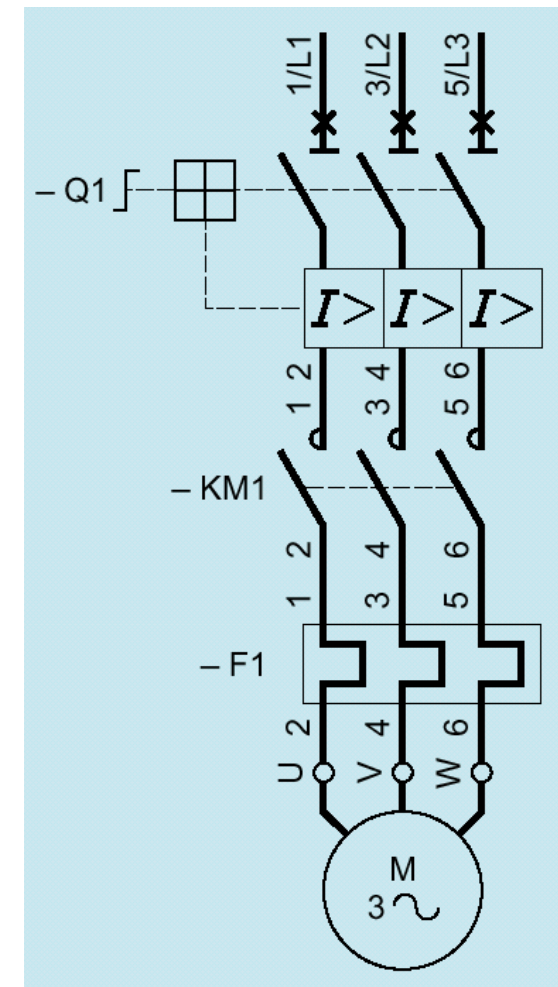
Es el valor máximo estimado de corriente de cortocircuito que puede interrumpir un disyuntor con una tensión y en unas condiciones determinadas. Se expresa en kA eficaces simétricos.

– el poder asignado de corte último I_{cu}

Es el valor eficaz máximo de corriente que permite realizar un corte correctamente y a continuación una operación de cierre-apertura.

– el poder asignado de corte de servicio I_{cs}

Es el valor eficaz máximo de corriente que permite realizar un corte correctamente y a continuación dos operaciones de cierre-apertura.



Poder de cierre

Es el valor máximo de corriente que puede establecer un disyuntor con su tensión nominal en condiciones determinadas. En corriente alterna, se expresa con el valor de cresta de la corriente.

El poder de cierre es igual a k veces el poder de corte, según se indica en la siguiente tabla (IEC 947-2).

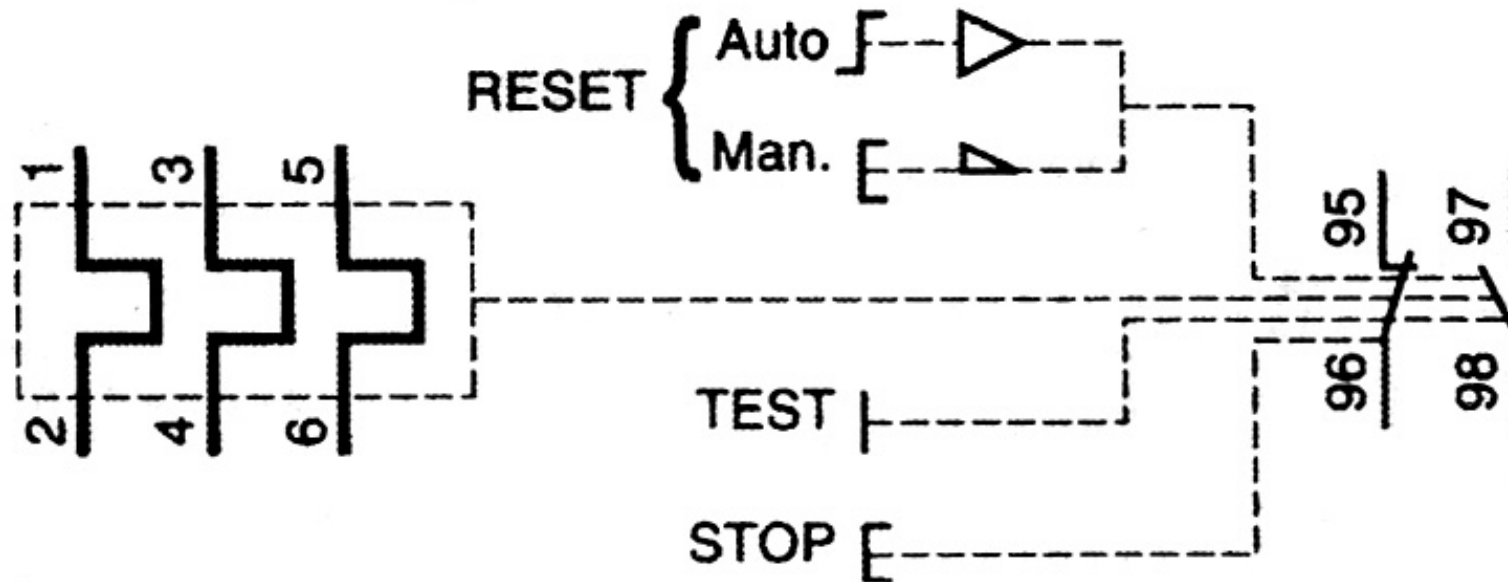
PdCo	cos φ	PdCi
$4,5 \text{ kA} < \text{PdCo} \leq 6 \text{ kA}$	0,7	1,5 PdCo
$6 \text{ kA} < \text{PdCo} \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7 PdCo
$10 \text{ kA} < \text{PdCo} \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2 PdCo
$20 \text{ kA} < \text{PdCo} \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1 PdCo
$50 \text{ kA} < \text{PdCo}$	0,2	2,2 PdCo

Sistemas de protección contra las sobrecargas

- relés térmicos de biláminas
- relés de sondas para termistancias PTC
- relés de máxima corriente,
- relés electrónicos con sistemas de protección complementarios

Son dispositivos que reaccionan ante sobreintensidades ligeramente superiores a la nominal, asegurando una desconexión en un tiempo lo suficientemente corto para no perjudicar ni a la red ni a los receptores asociados con él.

En condiciones normales, los contactos 95-96 (NC) y 97-98 (NA) están como en la figura adjunta. Al disparar el relé térmico cambian pasando a abrir 95-96 y a cerrar 97-98.



Características

- **tripolares**
- **compensados**, es decir, insensibles a los cambios de la temperatura ambiente,
- **sensibles a una pérdida de fase**, por lo que evitan el funcionamiento monofásico del motor,
- **rearme automático o manual**
- **graduación en “amperios motor”** : visualización directa en el relé de la corriente indicada en la placa de características del motor.

Funcionamiento

Los relés térmicos tripolares poseen tres biláminas compuestas cada una por dos metales con coeficientes de dilatación muy diferentes unidos mediante laminación y rodeadas de un bobinado de calentamiento.

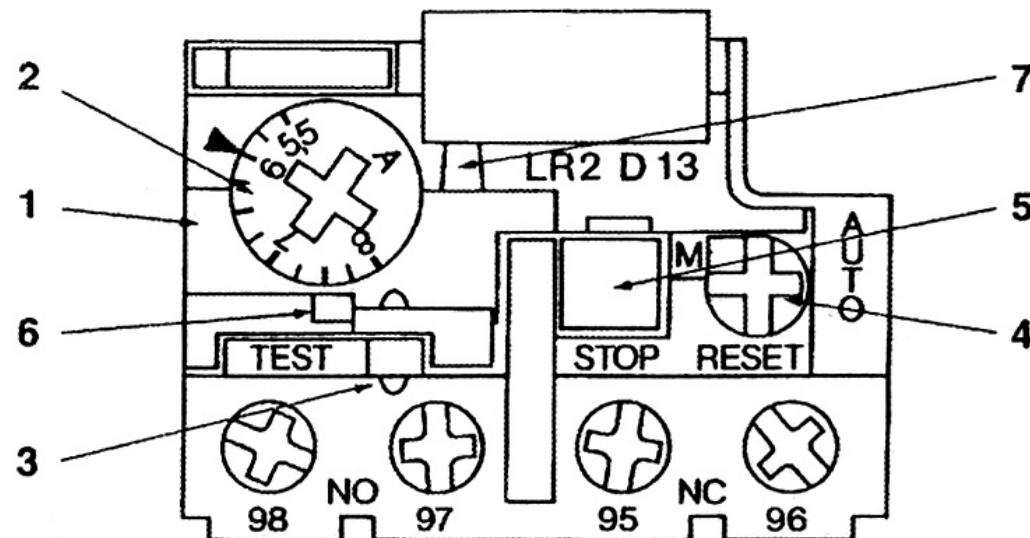
Cada bobinado de calentamiento está conectado en serie a una fase del motor. La corriente absorbida por el motor calienta los bobinados, haciendo que las biláminas se deformen en mayor o menor grado según la intensidad de dicha corriente. La deformación de las biláminas provoca a su vez el movimiento giratorio de una leva o de un árbol unido al dispositivo de disparo.

Si la corriente absorbida por el receptor supera el valor de reglaje del relé, las biláminas se deformarán lo bastante como para que la pieza a la que están unidas las partes móviles de los contactos se libere del tope de sujeción. Este movimiento causa la apertura brusca del contacto del relé intercalado en el circuito de la bobina del contactor y el cierre del contacto de señalización. El rearme no será posible hasta que se enfríen las biláminas.

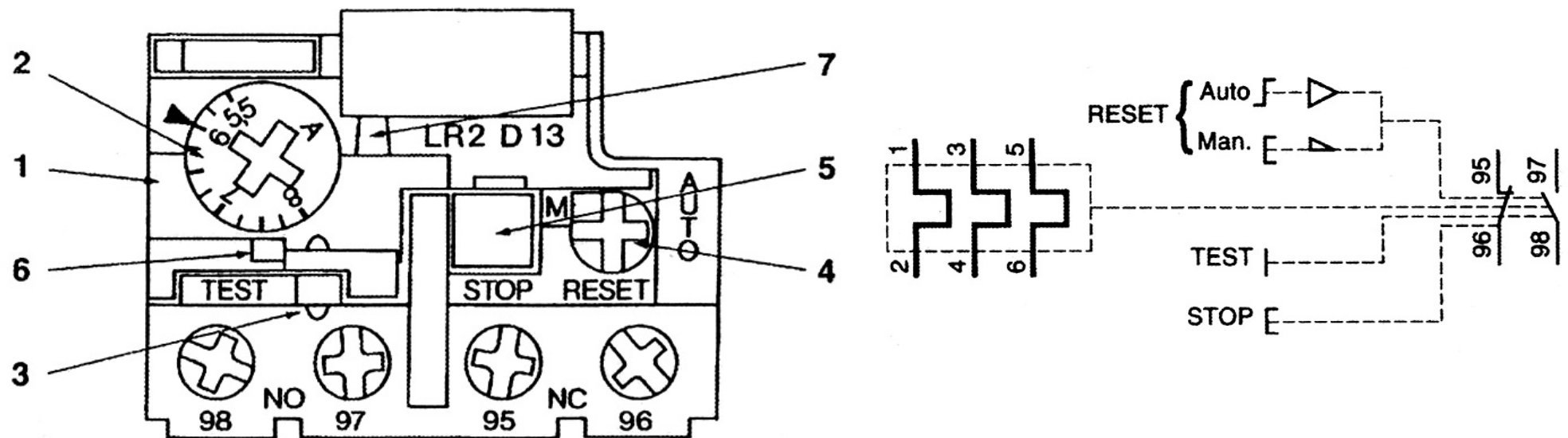
Reglaje

Los relés se regulan con un pulsador que modifica el recorrido angular que efectúa el extremo de la bilámina de compensación para liberarse del dispositivo de sujeción que mantiene el relé en posición armada.

La rueda graduada en amperios permite regular el relé con mucha precisión. La corriente límite de disparo está comprendida entre 1,05 y 1,20 veces el valor indicado.



1. Tapa o capó transparente
2. Mando de regulación de I_N
3. Orificios de precinto
4. Selector de "reset" automático o manual
5. Pulsador de stop
6. Microrruptor "test"
7. Indicador de relé disparado (cambia de color)

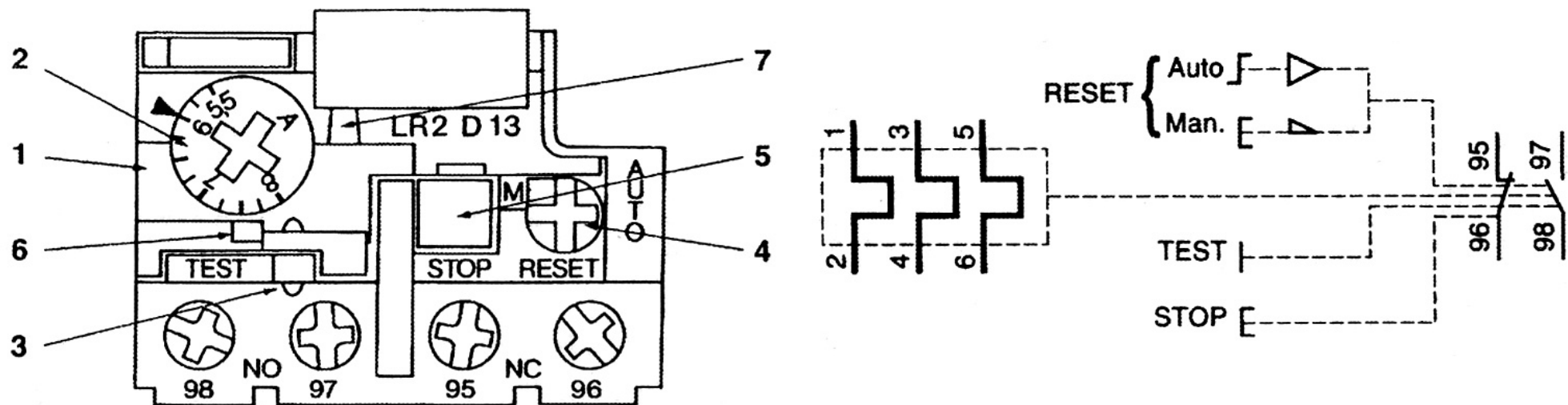


- Para pasar de "reset" automático a **manual**, girar [4] a la izquierda.
- Para pasar de "reset" manual a **automático**, girar [4] a la derecha.

Si se tiene seleccionado "rearme manual" una vez se ha enfriado el relé, pulsar "reset".

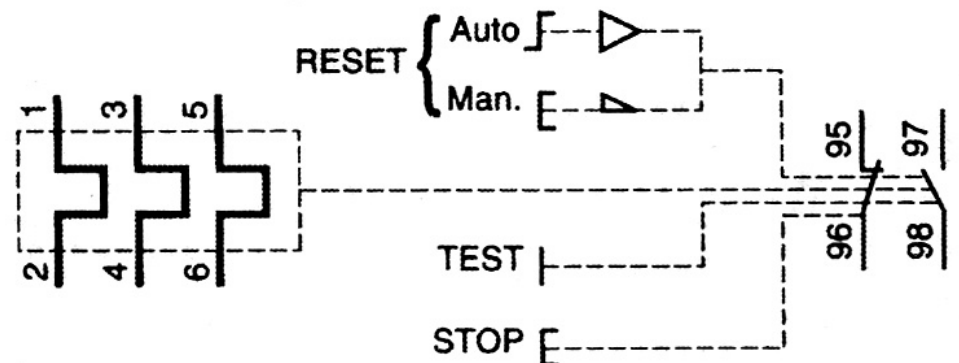
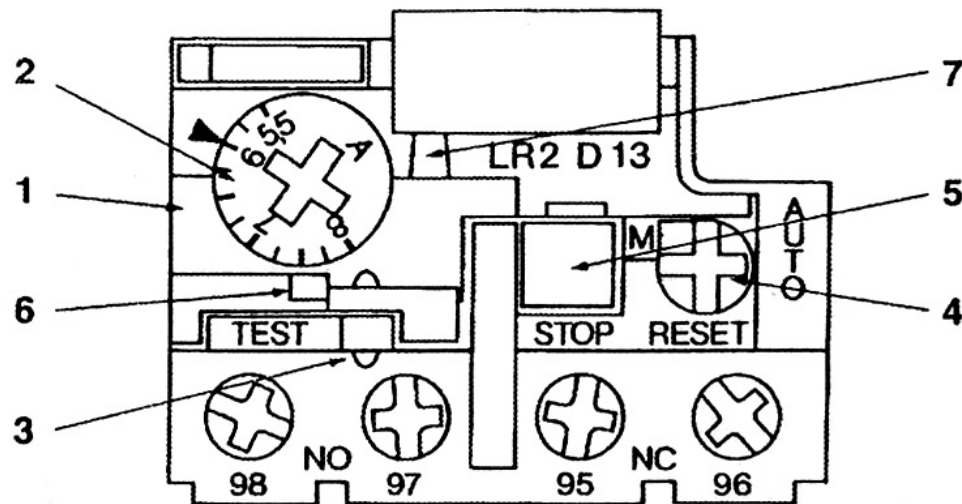
Si se tiene seleccionado "rearme automático" una vez se ha enfriado el relé, conmuta sólo los contactos a la situación normal.

En ambos casos, al rearmar, el indicador de disparo pasa a color negro.



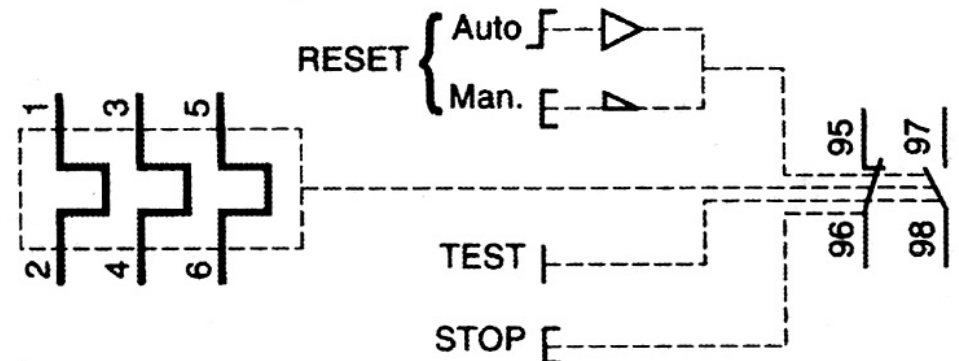
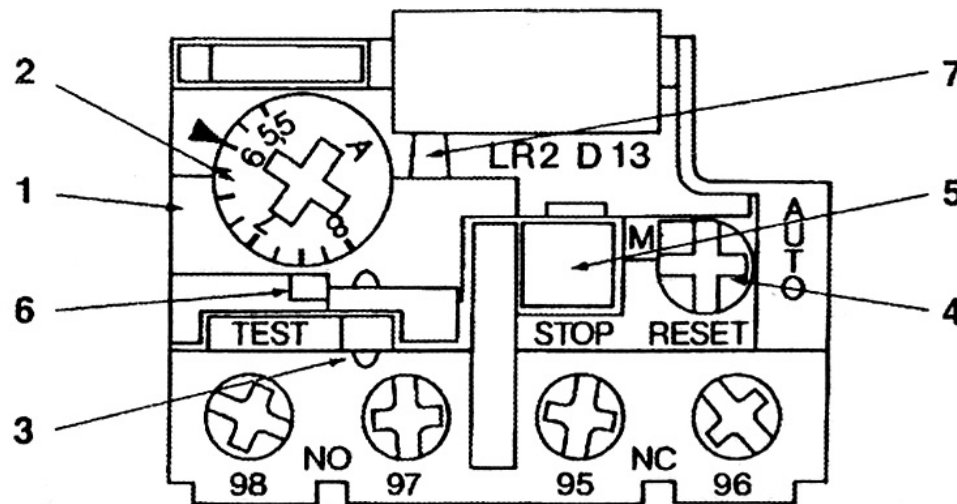
El accionamiento del pulsador stop:

- actúa sobre el contacto NC (lo abre)
- no afecta al contacto NA



El accionamiento del pulsador de test simula un disparo del relé:

- cambian los dos contactos NC y NA, provocando el paro del automatismo al abrir 95-96 y la alarma al cerrar 97-98.
- se actúa también sobre la señal de disparo



Clases de disparo, según IEC 947-4

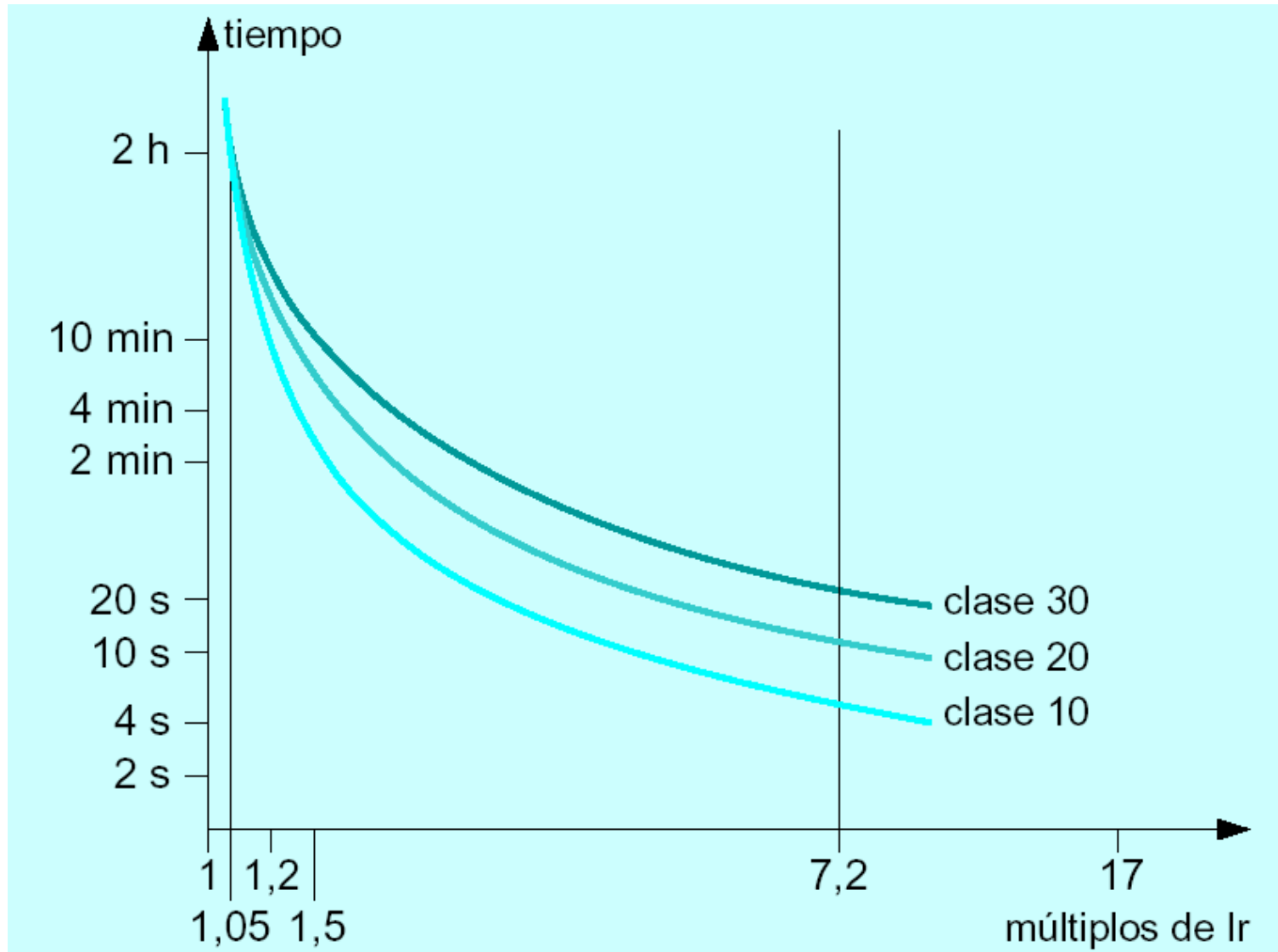
Los relés térmicos se utilizan para proteger los motores de las sobrecargas, pero durante la fase de arranque deben permitir que pase la sobrecarga temporal que provoca el pico de corriente, y activarse únicamente si dicho pico, es decir la duración del arranque, resulta excesivamente larga.

- Relés de clase 10
Válidos para todas las aplicaciones corrientes con una duración de arranque inferior a 10 segundos.
- Relés de clase 20
Admiten arranques de hasta 20 segundos de duración.
- Relés de clase 30
Para arranques con un máximo de 30 segundos de duración

Clases de disparo (2)

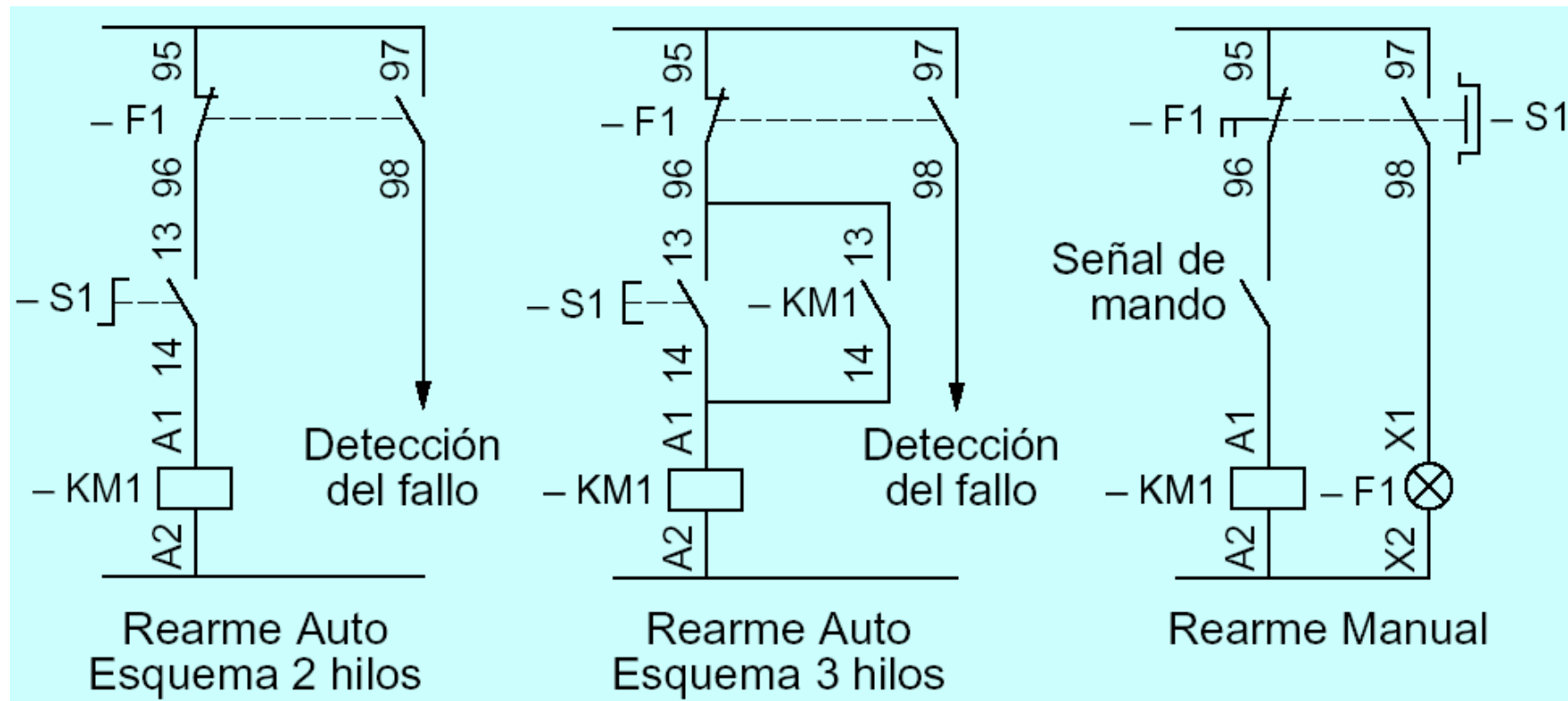
Clase	estado caliente			estado frío
	1,05 Ir	1,2 Ir	1,5 Ir	7,2 Ir
	tiempo de disparo en frío			
10 A	> 2 h	< 2 h	< 2 min	$2 \text{ s} \leq t_p \leq 10 \text{ s}$
10	> 2 h	< 2 h	> 4 min	$2 \text{ s} \leq t_p \leq 10 \text{ s}$
20	> 2 h	< 2 h	> 8 min	$2 \text{ s} \leq t_p \leq 20 \text{ s}$
30	> 2 h	< 2 h	> 12 min	$2 \text{ s} \leq t_p \leq 30 \text{ s}$

Clases de disparo (3)



Modos de rearme

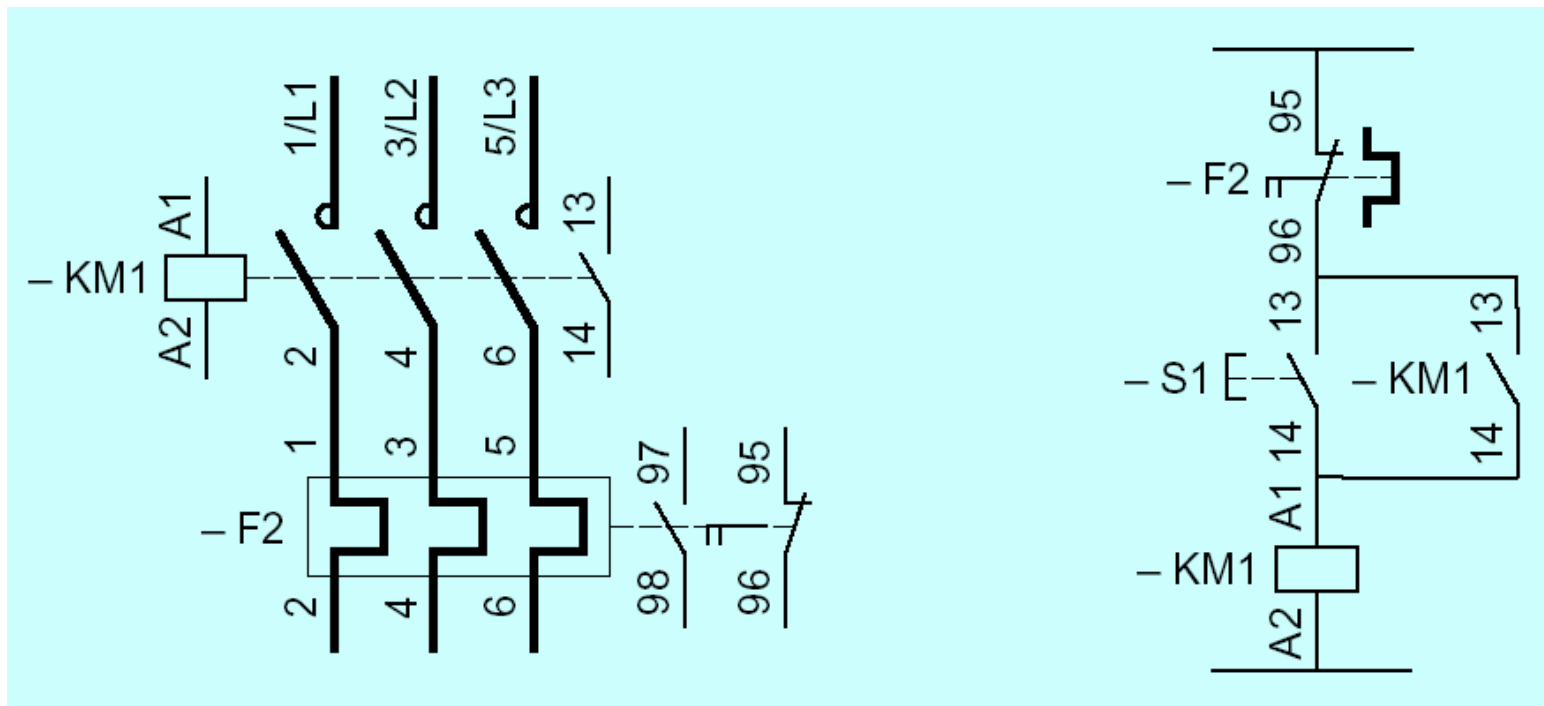
El relé de protección se puede adaptar fácilmente a las diversas condiciones de explotación eligiendo el modo de rearme Manual o Auto, que permite tres procedimientos de rearmar:



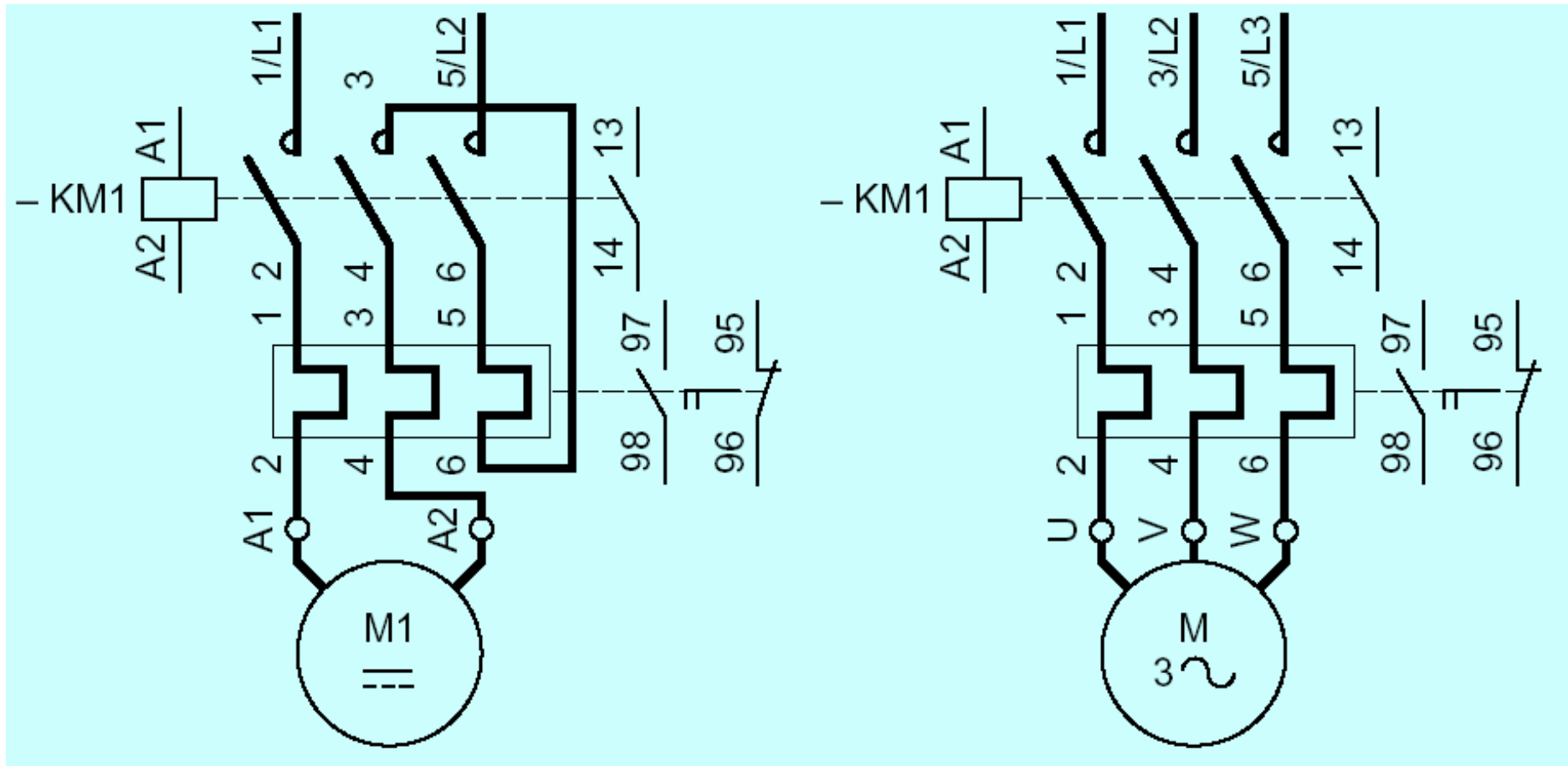
Asociación con un contactor

Circuito de potencia: cada bobinado de calentamiento debe intercalarse en una fase o polaridad del receptor protegido.

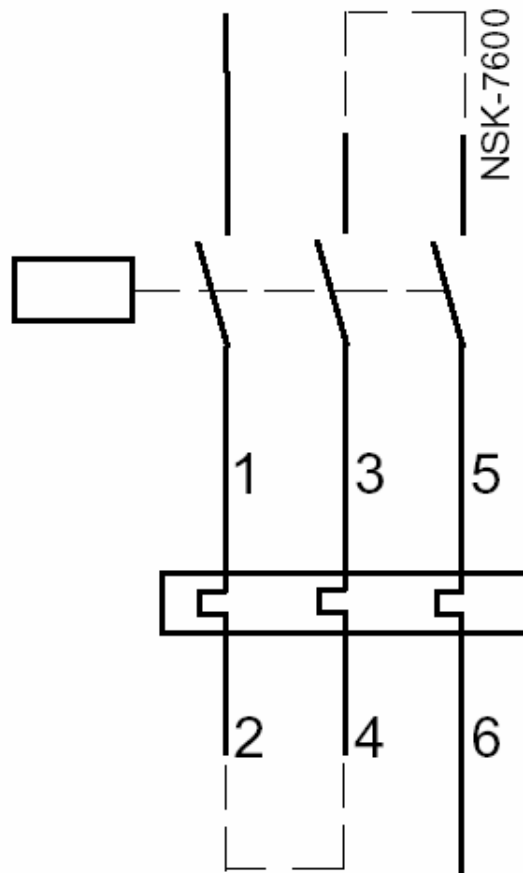
Circuito de control: el contacto de apertura del relé debe conectarse en serie dentro del circuito de la bobina del contactor que controla la puesta bajo tensión del receptor.



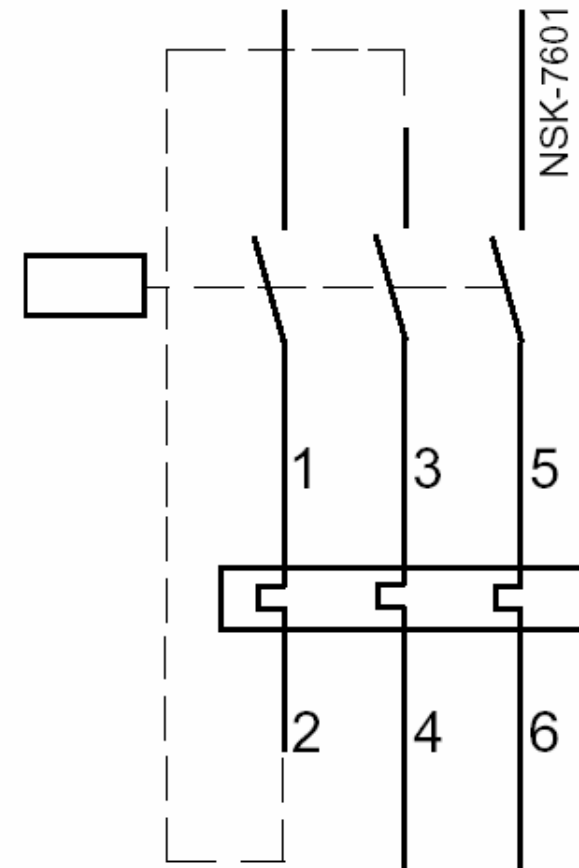
Protección de circuitos monofásicos y trifásicos



Protección de motores de corriente continua

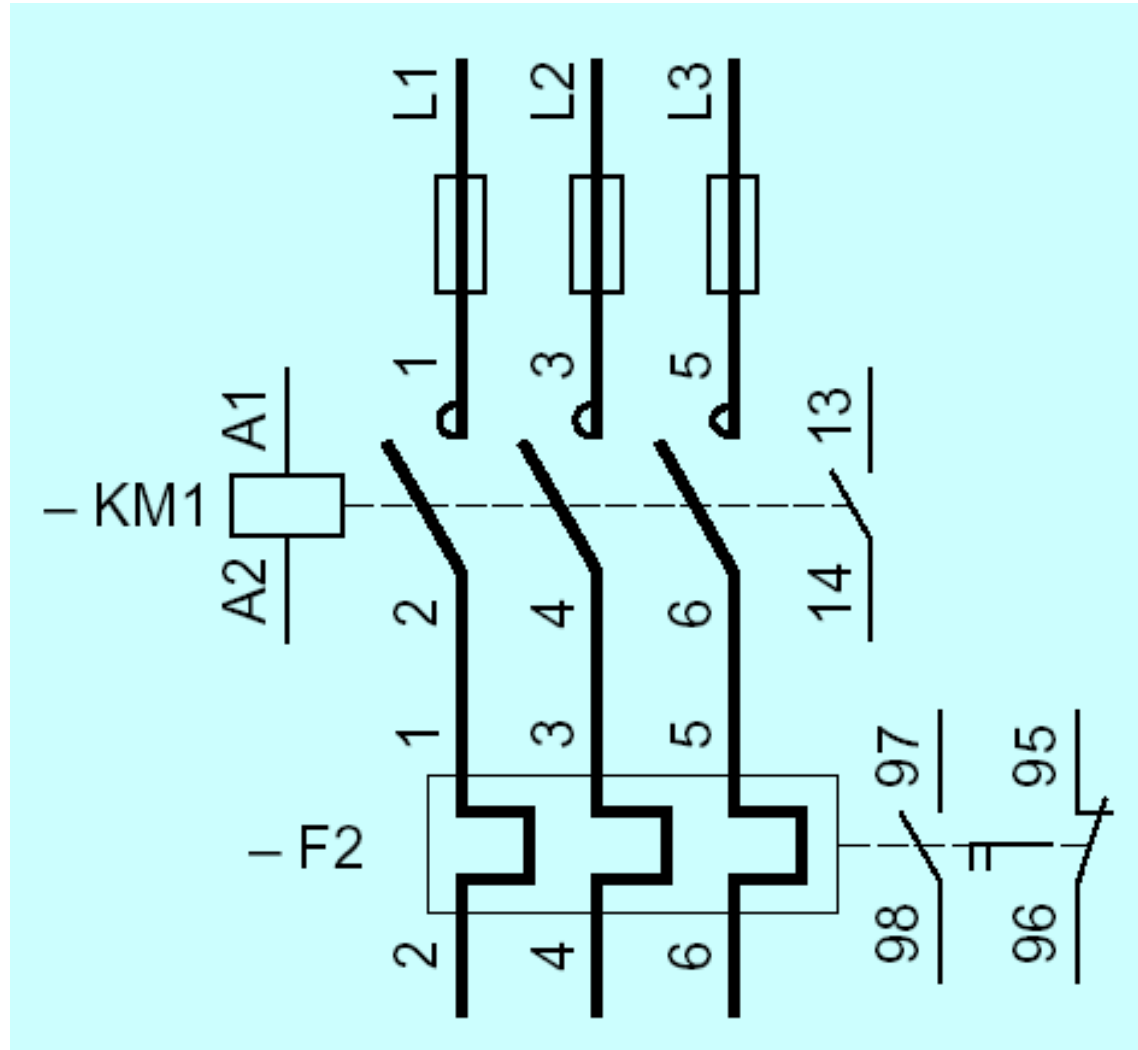


1 polo

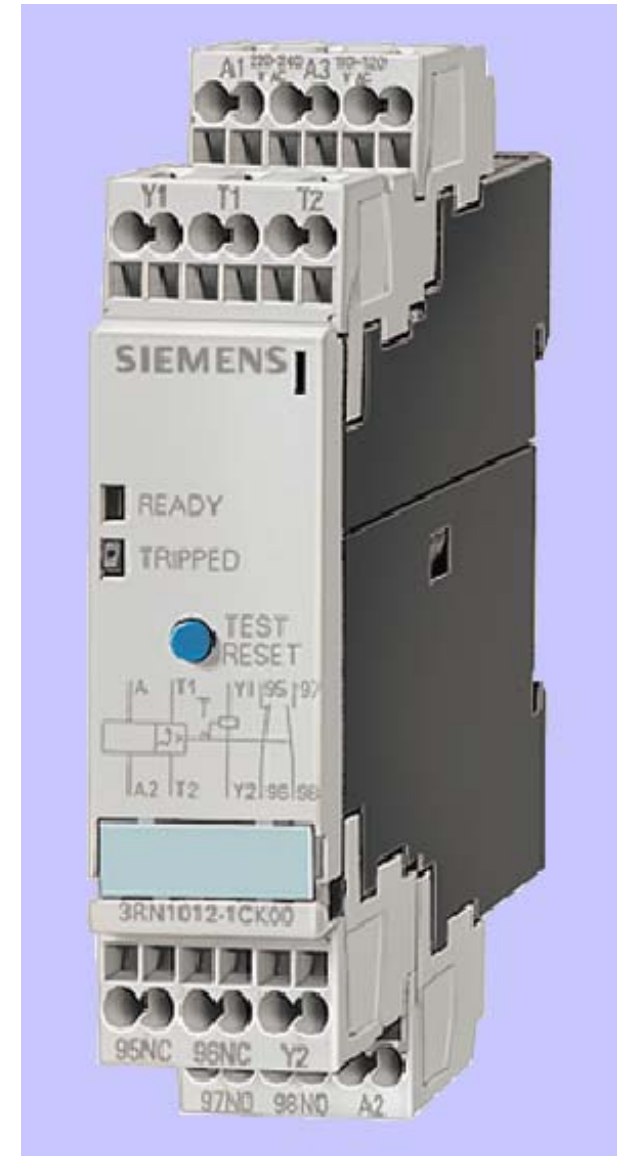


2 polos

Asociación con un dispositivo de protección contra los cortocircuitos



Los aparatos de disparo para la protección de motor por termistor son dispositivos electrónicos de protección adecuados, en combinación con resistencias PTC tipo A (termistores), para el control de temperaturas en accionamientos eléctricos, devanados de transformadores, aceites, cojinetes, aire, etc.



Funcionamiento

La resistencia de estos componentes estáticos aumenta bruscamente cuando la temperatura alcanza el umbral llamado **Temperatura Nominal de Funcionamiento (TNF)**,

Un dispositivo electrónico, alimentado en corriente alterna o continua, que mide permanentemente la resistencia de las sondas asociadas, detecta el fuerte aumento del valor de la resistencia que se produce cuando se alcanza la TNF y ordena el cambio de estado de los contactos de salida.

En función del tipo de sondas, este modo de protección puede activar una alarma sin detener la máquina (TNF de las sondas inferior a la temperatura máxima especificada para el elemento protegido), o detener la máquina (la TNF coincide con la temperatura máxima especificada).

Tipos de relés de sonda

Existen dos tipos de relés de sondas:

- de rearme automático, cuando la temperatura de las sondas tiene un valor inferior a la TNF,
- de rearme manual local o a distancia, ya que el pulsador de rearme no resulta efectivo mientras la temperatura sea superior a la TNF.

El disparo se activa con los siguientes fallos:

- se ha superado la TNF,
- corte de las sondas o de la línea sondas-relés,

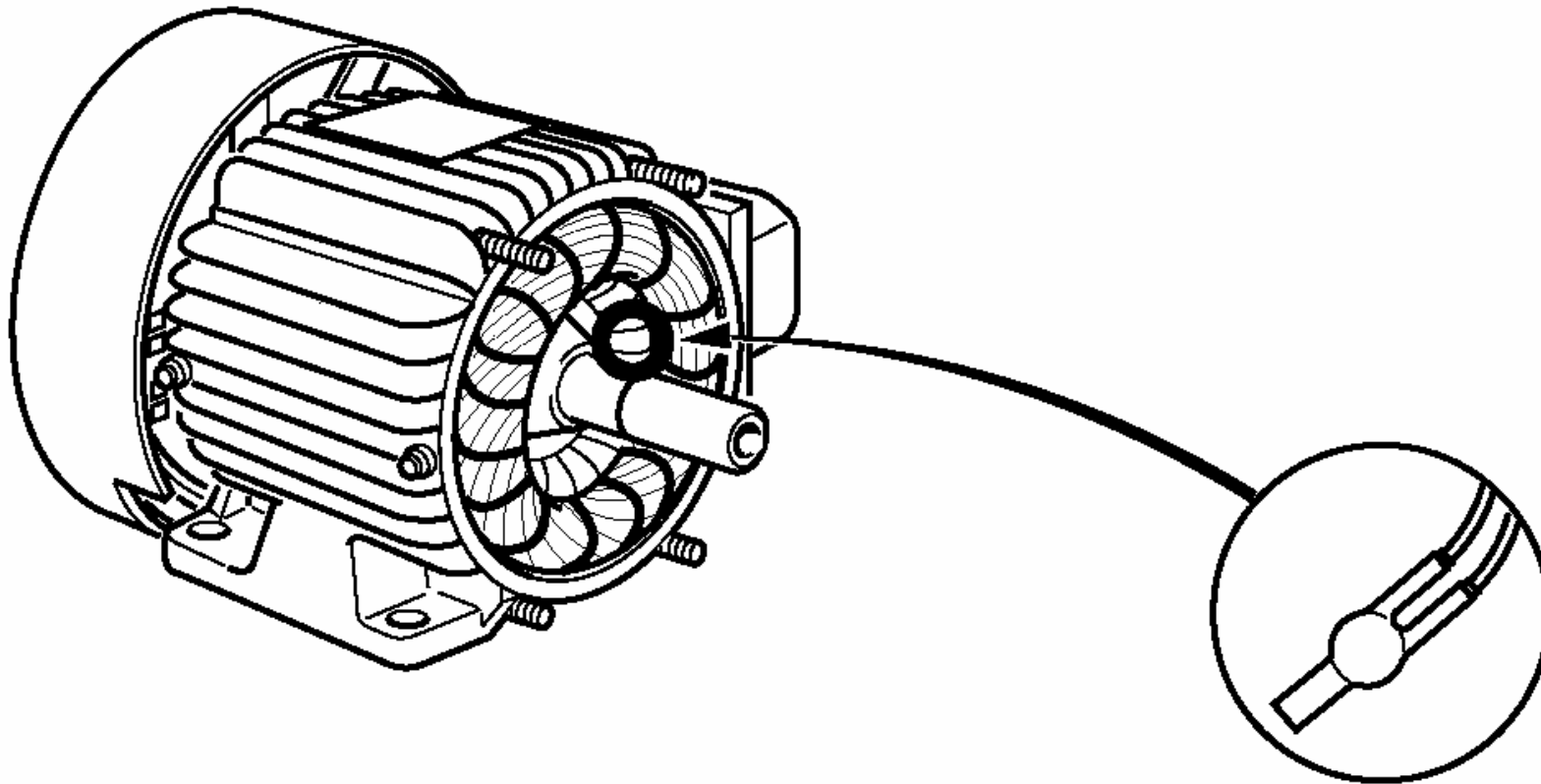
Disparo del relé de sonda

El disparo se activa con los siguientes fallos:

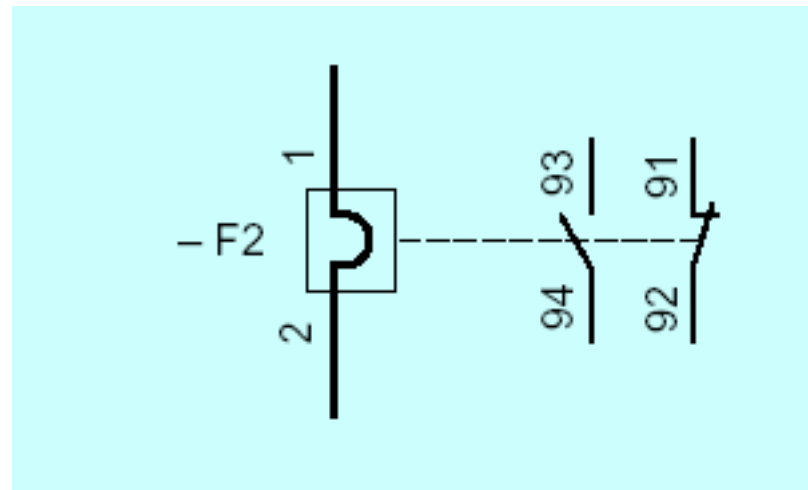
- se ha superado la TNF,
- corte de las sondas o de la línea sondas-relés,
- cortocircuito de las sondas o de la línea sondas-relés,
- ausencia de la tensión de alimentación del relé.

Las sondas miden la temperatura con absoluta precisión, ya que, debido a su reducido tamaño, tienen una inercia térmica muy pequeña que garantiza un tiempo de respuesta muy corto.

Ubicación de la sonda



Los relés electromagnéticos de máxima corriente se utilizan para proteger las instalaciones sometidas a **picos de corriente frecuentes** (p.e. arranque de motores de anillos en aparatos de elevación) **contra las sobrecargas importantes** en los casos en los que, a causa de arranques demasiado frecuentes, variaciones bruscas del par o riesgos de calado, resulte imposible utilizar relés térmicos de biláminas.



Funcionamiento

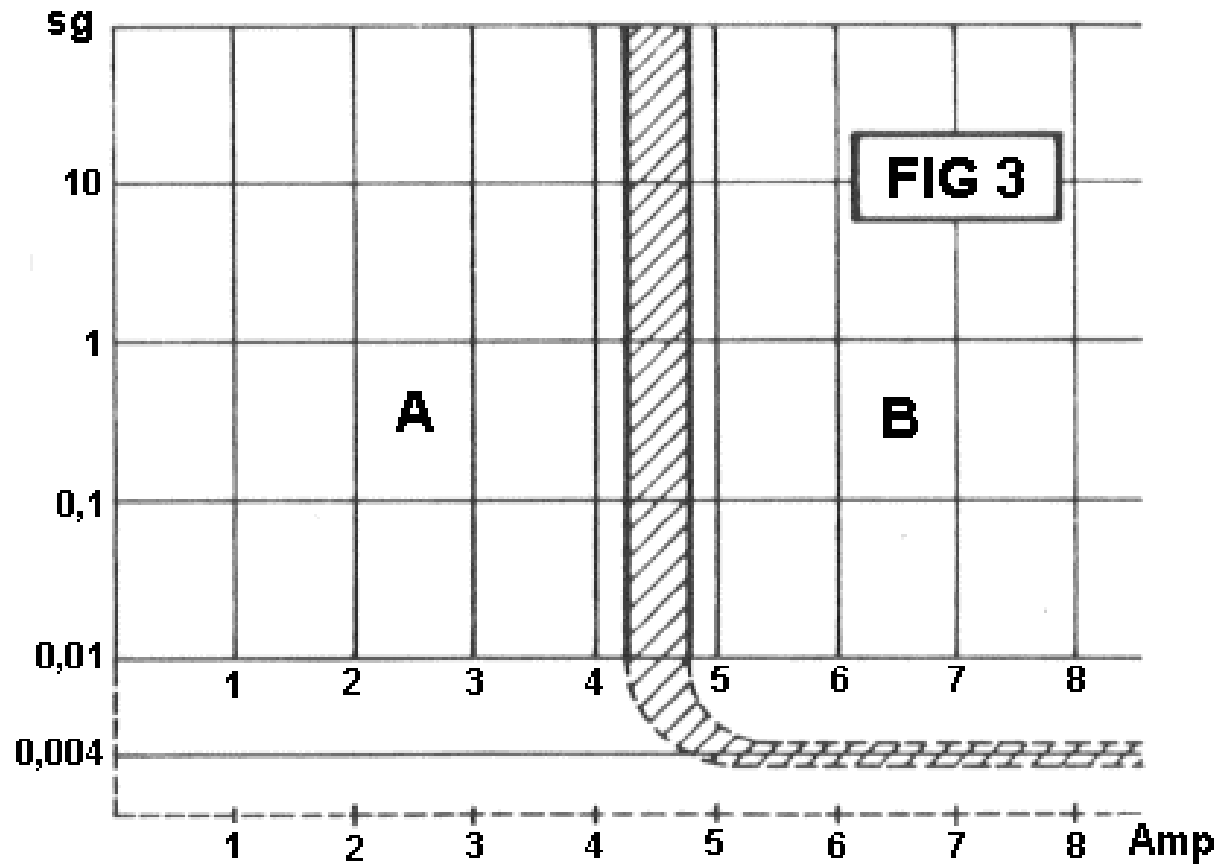
Los principales elementos de los relés son:

- un circuito magnético, formado por una parte fija, una armadura móvil y una bobina,
- un mecanismo de disparo accionado a través de la armadura móvil y que actúa sobre contactos auxiliares NC + NA.

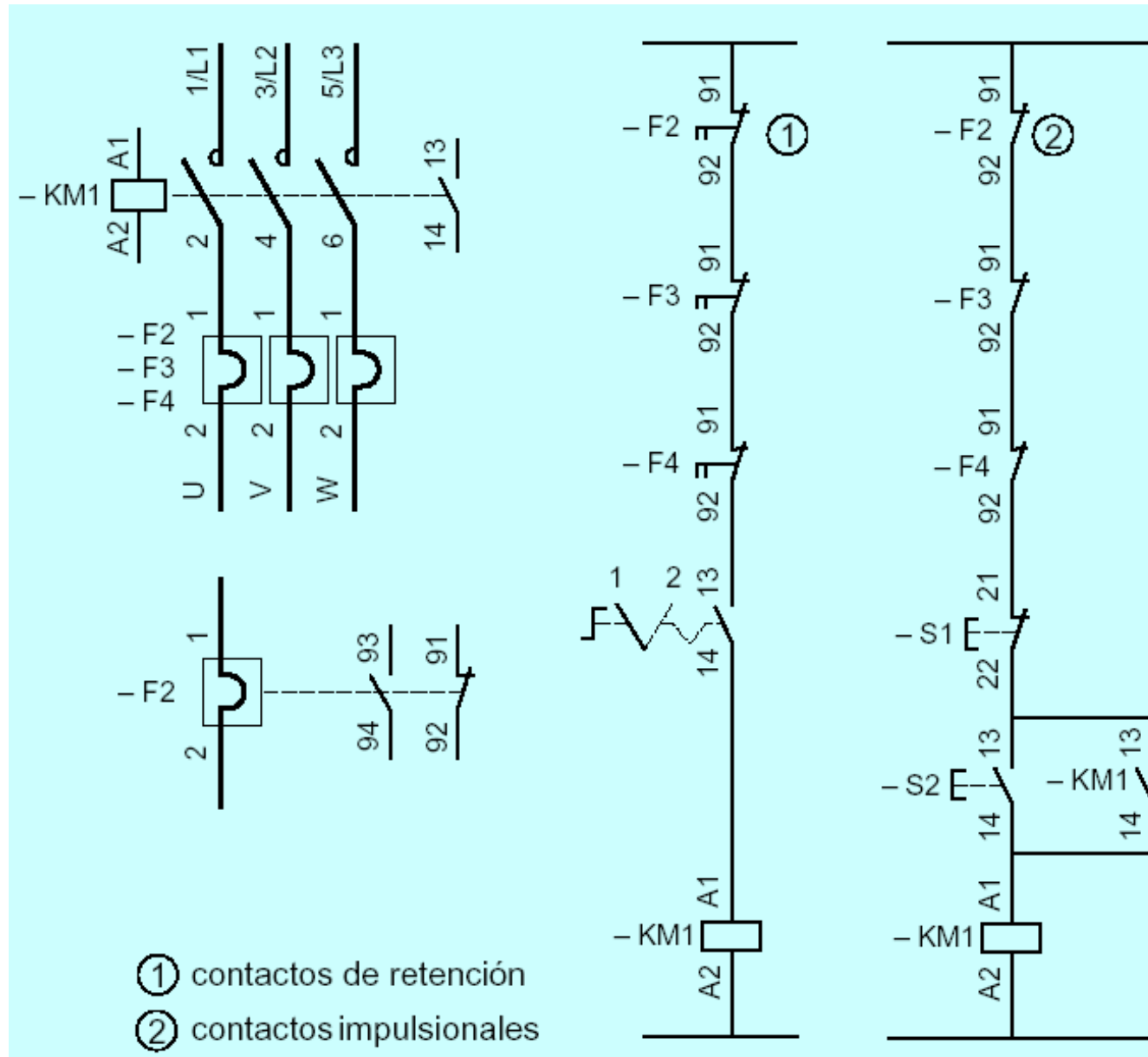
La corriente que se desea controlar atraviesa la bobina, conectada en serie a una de las fases del receptor. Cuando dicha corriente rebasa el valor de reglaje, el campo magnético que genera la bobina es suficiente para atraer la armadura móvil y cambiar el estado de los contactos.

El contacto de apertura se encuentra en el circuito de la bobina del contactor principal, por lo que éste se abre.

Curva característica



Asociación con un contactor

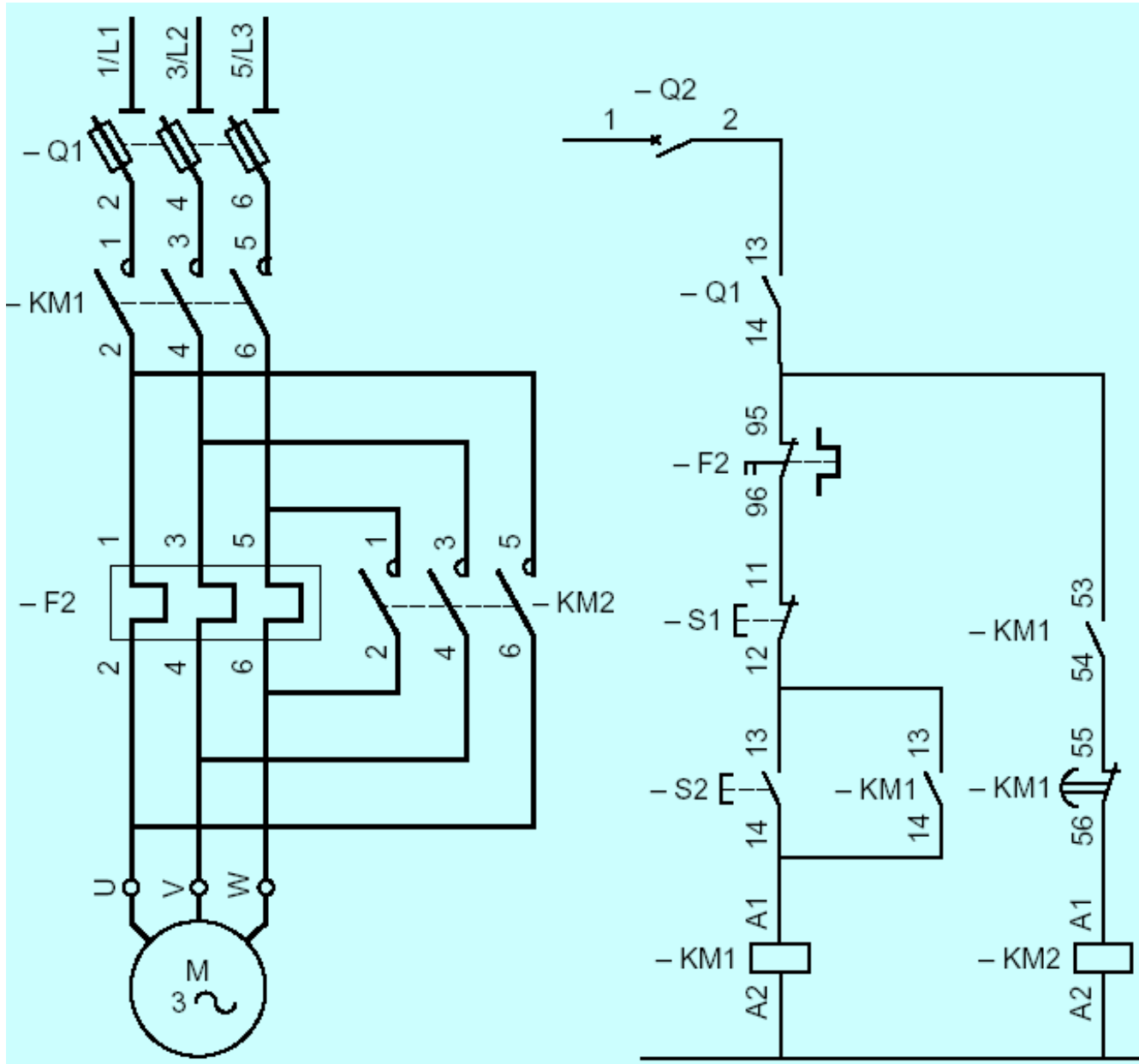


Para proteger los motores de arranque prolongado contra las sobrecargas es preferible utilizar relés de biláminas de clase 20 o 30.

Pero en caso de que esta protección resulte imposible (por ejemplo, cuando la duración del arranque rebase los límites que determina la norma sobre clases de disparo) la protección deberá realizarse:

- **mediante un relé con sondas de termistancias.**
- **mediante un relé térmico de clase 10 alimentado a través de los secundarios de tres transformadores de corriente con bajo índice de saturación,**
- **cortocircuitando un relé térmico de clase 10 durante el arranque con ayuda de un contactor.** Al final del arranque, un contacto auxiliar temporizado controla la apertura del contactor de cortocircuitado, volviendo a asociar las biláminas del relé en el circuito del motor. No obstante, conviene señalar que si durante el arranque se produce un corte de fase, el relé térmico no lo detectará hasta que se desactive el contactor de cortocircuitado.

Cortocircuitado del relé de protección durante el arranque



Relé temporizador térmico

Los relés temporizadores térmicos tienen dos funciones:

- controlar, desde que se ponen bajo tensión mediante un contacto auxiliar, que las operaciones no duren más de lo previsto,
- temporizar las acciones de los relés midiendo la corriente o la tensión.

Se utilizan principalmente para:

- proteger la resistencia o el autotransformador de arranque de un motor contra los arranques demasiado frecuentes, prolongados o incompletos,
- retrasar las paradas de seguridad hasta el momento en el que la persistencia o la repetición de un fenómeno resulten peligrosas (por ejemplo: descebado de una bomba, falta de presión del aceite de una máquina, etc.).

Relés de control y medida

- Controlar la tensión de alimentación.
- Controlar la alimentación de las 3 fases.
- Controlar el orden de las fases.
- Controlar la resistencia de aislamiento
- Controlar la evolución de una variable
- Controlar el nivel de los líquidos

Definición s/IEC 1008

Residual Current Circuit Breaker RCCB

Aparato de corte diseñado para establecer, soportar y cortar las corrientes en las condiciones normales de servicio y para provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza en condiciones específicas un valor dado



- Protege las personas contra los contactos indirectos (30 mA).
- Asegura una protección complementaria contra los contactos directos (30 mA)
- protege las instalaciones eléctricas contra los defectos de aislamiento y los riesgos de incendio



Zonas tiempo/corriente de los efectos de la corriente en personas.

